

# Torneio Virtual de Química

## 2010

*3ª fase*

### LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:

- 01) Esta prova é composta por questões objetivas e subjetivas.
- 02) A parte objetiva é composta por oito questões com cinco itens cada, sendo apenas um correto. Todas essas questões devem ser respondidas.
- 03) A parte subjetiva é composta por oito questões abertas das quais se devem escolher quatro questões para serem respondidas.
- 04) A prova contém uma tabela periódica e uma folha de dados.
- 05) É recomendado o uso de calculadora.
- 06) O participante deverá entregar somente o caderno de respostas devidamente preenchido.
- 07) Cada questão subjetiva deve ser respondida numa única folha frente e verso. Não deve ser respondida mais de uma questão subjetiva por folha de resposta.
- 08) Esta prova tem duração de 3 horas e meia. O aluno deverá permanecer em sala no mínimo 1 hora e 30 minutos.
- 09) É vetado utilização de qualquer aparelho de comunicação durante a prova.
- 10) A prova é individual, sendo proibido qualquer forma de consulta.

Apoio:



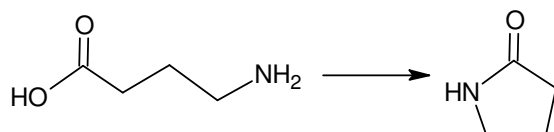
TVQ – 2010  
Questões Objetivas

- 1) Qual dos seguintes itens contém apenas fenômenos ou processos físicos? (2,5 pontos)
- Bioluminescência, sublimação, flotação, decantação
  - Fosforescência, fusão, respiração, calefação
  - Fluorescência, ebulição, fermentação, evaporação
  - Extração, fusão, centrifugação, bioluminescência
  - Catação, decantação, fosforescência, ebulição
- 2) Considere A uma mistura homogênea eutética, B uma mistura homogênea azeotrópica e C uma substância simples. Pode-se afirmar que: (2,5 pontos)
- A possui o mesmo ponto de fusão que C, que possui o mesmo ponto de ebulição que B
  - Se B for líquido, seus componentes poderão ser separados por destilação fracionada
  - A possui uma faixa de temperatura de fusão e B possui uma faixa de temperatura de ebulição
  - A mistura A possui uma faixa de temperatura de ebulição e pode ser separada por destilação fracionada
  - Se A, B e C forem misturados formarão uma mistura homogênea
- 3) Um composto orgânico X de dois carbonos (ponto de ebulição de 78°C) foi oxidado gerando um composto Y com menor ponto de ebulição (20°C), que pode ser separado por destilação fracionada dos reagentes iniciais. Um composto Z pode ser formado também por oxidação de X, porém possui um maior ponto de ebulição (120°C). Pode-se afirmar: (2,5 pontos)
- X é um composto apolar
  - Z é um aldeído
  - Y é uma amida
  - Z é usado em produto comercial
  - As moléculas de Y fazem ligações de hidrogênio entre si
- 4) A medição de comprimentos e de ângulos de ligação foi essencial para a determinação das estruturas das moléculas. Durante esses estudos, observou-se que o comprimento da ligação C-C é de 154 pm e o da ligação C=C é de 134 pm. Observou-se também que o ângulo entre as ligações H-C-H no metano é de 109,5° e o ângulo entre as ligações H-N-H na amônia é de 107°. Quais dos valores de comprimento de ligação e de ângulo de ligação são possíveis, respectivamente, para o benzeno e para a água? (2,5 pontos)
- 156 pm e 101,5°
  - 140 pm e 104,5°

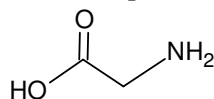
- c) 132 pm e 108°
- d) 145 pm e 109,5°
- e) 134 pm e 120°

5) A função orgânica resultante da reação entre um ácido carboxílico e uma amina é denominada amida. Essa função é a principal presente em proteínas, que são polímeros formados por  $\alpha$ -aminoácidos.

É mostrada a seguir a reação intramolecular de um  $\gamma$ -aminoácido, em meio ácido, formando uma amida cíclica, denominada lactama:

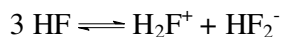


Sabendo que a fórmula estrutural da glicina (um  $\alpha$ -aminoácido) é



pode-se afirmar que: (2,5 pontos)

- a) A glicina em meio ácido irá gerar como produto principal uma lactama.
  - b) Para o  $\gamma$ -aminoácido a reação intramolecular possui menor velocidade por isso forma-se um polímero.
  - c) Um  $\alpha$ -aminoácido não forma lactama como produto principal em meio ácido, pois o ciclo formado seria pouco estável, logo forma-se um polímero.
  - d) Analogamente um  $\delta$ -hidroxiácido formará um éster cíclico de 5 membros.
  - e) Uma proteína composta apenas por glicina como monômero possui carbonos assimétricos.
- 6) Em HF puro (líquido) ocorre a seguinte auto-ionização:



$$K = \frac{[\text{H}_2\text{F}^+][\text{HF}_2^-]}{[\text{HF}]^3}$$

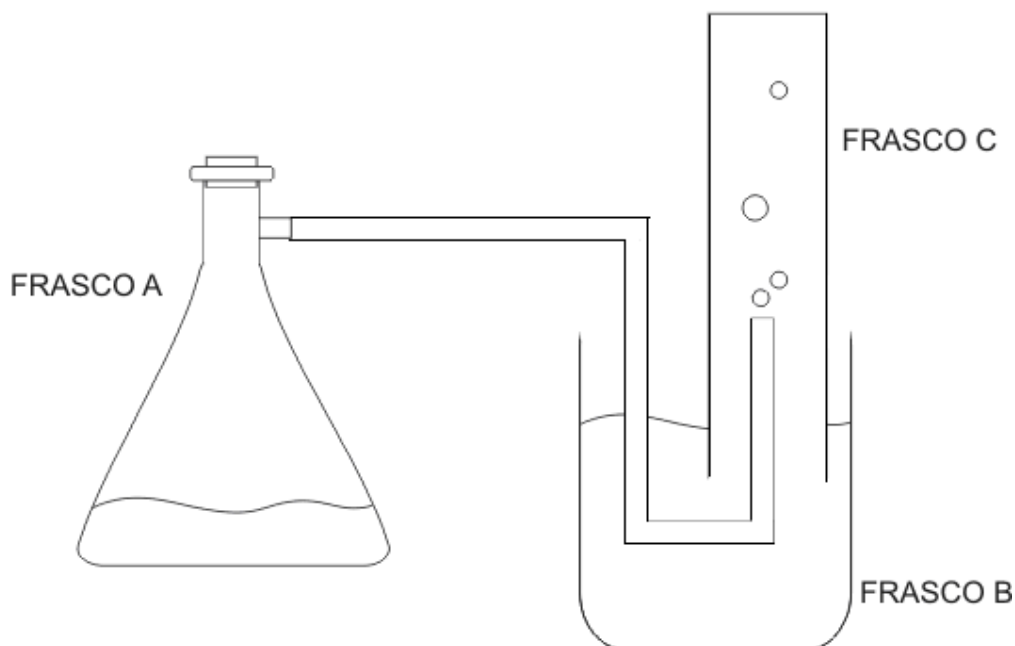
Considerando que a concentração do  $\text{H}_2\text{F}^+$  no equilíbrio é  $2,826 \cdot 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$  e que a constante de equilíbrio da reação vale  $6,360 \cdot 10^{-17}$ , qual será a densidade do HF? (2,5 pontos)

- a) 1,004 g.cm<sup>-3</sup>
- b) 1,002 g.cm<sup>-3</sup>
- c) 2,005 g.cm<sup>-3</sup>
- d) 2,007 g.cm<sup>-3</sup>
- e) 1,534 g.cm<sup>-3</sup>

7) Um kitasato (frasco A) é conectado a uma proveta (frasco C) entornada em um béquer (frasco B) com água, de forma que a proveta seja completamente preenchida (esquema abaixo).

São colocados 100mL de solução de peróxido de hidrogênio 10% (m/v) no kitasato. Em seguida é adicionado 0,500g de  $MnO_2$  sólido no frasco A, de onde evolui gás que é levado até o frasco C.

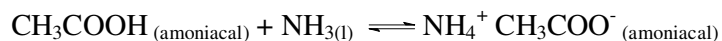
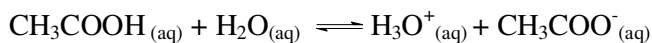
Após a evolução de gás terminar, a mistura no frasco A é filtrada e obtém-se 0,500g de sólido.



Após o fim da liberação do gás, pode-se afirmar que: (2,5 pontos)

- Não há vapor de água no frasco C.
- O gás recolhido em C é  $H_2O_2$ .
- Sem a adição de  $MnO_2$  não ocorreria a reação.
- Após a filtração o líquido obtido é constituído apenas por  $H_2O_2$ .
- O  $MnO_2$  funciona como catalisador no sistema analisado.

8) A força dos ácidos depende da sua capacidade de doar íons  $H^+$  e a força das bases, de recebê-los (definição de ácidos e bases de Brønsted-Lowry). Para se analisar essa capacidade deve-se levar em consideração o meio reacional. Por exemplo, se o ácido estiver na presença de uma espécie com melhor capacidade de receber prótons que a  $H_2O$ , ocorrerá maior ionização do mesmo do que em solução aquosa:



Dependendo do meio pode ocorrer que compostos apresentem diferentes forças ou mesmo diferentes comportamentos (ácidos se comportando como base e vice-versa).

Julgue verdadeiro ou falso: (2,5 pontos)

( ) Em solução amoniacal, HF e HCl possuem forças próximas

( ) Em  $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{conc.})}$ ,  $\text{HNO}_3$  atua como uma base

( ) Em água,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Na}(\text{OH})$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  são bases fortes

( )  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$  e HF são moléculas anfóteras

( ) Em  $\text{H}_2\text{SO}_4$  fumegante a água forma o íon  $\text{H}_4\text{O}^{2+}$

- a) FFVVF
- b) VVVVF
- c) FVVVV
- d) VFFVF
- e) VFVFF

## 3ª Fase – Questões Discursivas

1) Em Química Inorgânica, a classificação de substâncias mais conhecida é a que engloba os Ácidos e as Bases. Para explicar o comportamento destes compostos e prever sua reatividade os pesquisadores vêm modelando teorias desde o início dos estudos químicos. As teorias clássicas de maior uso são as de Arrhenius, Brønsted-Lowry (Prótica) e de Lewis (Eletrônica), sendo que cada modelo novo engloba os anteriores. Atualmente a noção mais ampla é chamada de Teoria Moderna dos Ácidos e envolve todas as teorias anteriores e uma mais geral introduzida pelo químico soviético M. Usanovich.

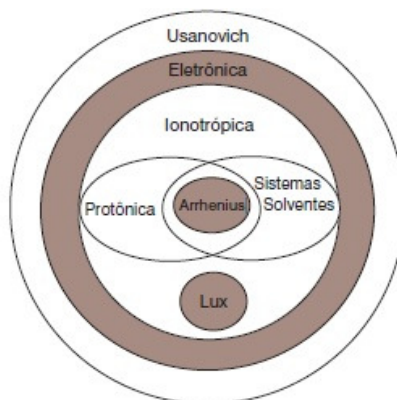
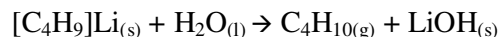
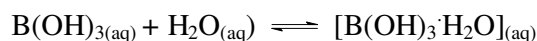
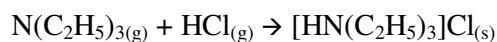


Diagrama mostrando as relações conceituais entre as teorias ácido-base

A Teoria Generalizada Ácido-Base se baseia na diferença entre a nuvem eletrônica de uma determinada substância antes e após ela reagir. Para este modelo não há limitação de ambiente, solvente, presença de próton ou par de elétrons disponível.

a) São dadas as seguintes reações ácido-base:

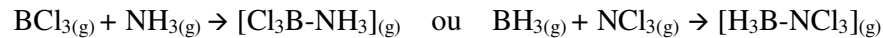


Classifique os reagentes em ácido e base de acordo com a teoria adequada. (6 pontos)

Obs.:  $\text{C}_4\text{H}_9$  = n-Butil

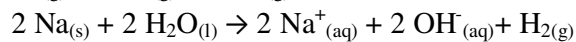
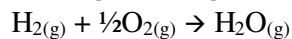
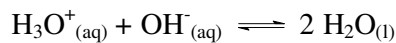
b) Sabe-se pelas teorias de Brønsted-Lowry (Prótica) e de Lewis (Eletrônica) que uma base é mais forte quando seu par de elétrons “livre” está mais disponível para ser doado e que um ácido é mais forte quanto maior sua eletrodeficiência.

Utilizando esse conceito diga qual das reações abaixo está mais deslocada para os produtos e o porquê. (7 pontos)



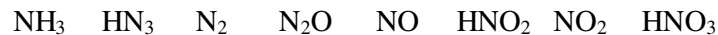
Obs.: Quanto maior a acidez e a basicidade dos reagentes, mais eficiente é a reação.

- c) A teoria ácido-base de Usanovich analisa as alterações sofridas nas densidades eletrônicas pelas espécies químicas que interagem em uma reação, isto é, se a densidade aumentou ou diminuiu. Tal classificação é aplicável inclusive para reações não entendidas como ácido-base pelos modelos anteriores. Classifique os reagentes em ácido e base de acordo com Usanovich. Justifique. Essas reações se enquadram em outra teoria de ácido-base? (7 pontos)



- 2) Vários compostos relativamente simples de nitrogênio participam de diversos fenômenos naturais, indo de processos metabólicos a reações atmosféricas.

Temos como exemplos representativos os compostos:



Sabendo que os compostos de A até H na sequência reacional estão entre os compostos nitrogenados acima, a exceção de um sal de massa molar  $60\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  que é formado a partir da reação de outros dois compostos desta lista, mostre passo a passo como é possível encontrar todos os compostos de A até H. (20 pontos)

- 1)  $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C} + 2\text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{A} + \text{D} \rightarrow \text{E}$
- 3)  $2\text{B} \rightarrow \text{F} + \text{G} + \text{H}_2\text{O}$
- 4)  $3\text{G} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{F} + 2\text{H}$

\* $\text{H}_2\text{O}$  é água, e não óxido de di "H"

- 3) Entre as diversas técnicas analíticas existentes, ICP-MS destaca-se pela variedade de elementos analisados e pela alta sensibilidade. O método consiste na junção de ICP (*Inductive Coupled Plasma*), em que estão presentes Argônio e íons derivados aquecidos por radiofrequência a temperaturas de até 10.000 K (que ionizará as espécies), com um espectrômetro de massas (*Mass Spectrometer*), sistema que utiliza um campo eletromagnético para selecionar e detectar as espécies em estudo através de sua razão massa/carga (m/z). Espectrômetros de Massas são utilizados para, entre outras

coisas, identificação de estruturas orgânicas complexas e determinação de razão entre isótopos.

Pode-se então utilizar o ICP para atomizar e ionizar todos os elementos presentes numa amostra (geralmente torná-los monocátions) e usar o MS para identificar e quantificar cada íon formado, o que explica o porquê da grande variedade de analitos e a alta sensibilidade desta técnica. Porém a técnica apresenta algumas desvantagens como a necessidade de a amostra estar em solução.

- a) Calcule a abundância isotópica para Enxofre, Nitrogênio e Cloro com base nas Massas Molares encontradas na tabela periódica e nas informações que seguem. Complete a tabela. (6 pontos)

Massas molares:

Isótopo	$^{54}\text{Fe}$	$^{56}\text{Fe}$	$^{57}\text{Fe}$	$^{58}\text{Fe}$	
Abund.	5,8%	91,7%	2,2%	0,3%	
Isótopo	$^{58}\text{Ni}$	$^{60}\text{Ni}$	$^{61}\text{Ni}$	$^{62}\text{Ni}$	$^{64}\text{Ni}$
Abund.	68,1%	26,2%	1,1%	3,7%	0,9%
Isótopo	$^{32}\text{S}$	$^{33}\text{S}$	$^{34}\text{S}$	$^{36}\text{S}$	
Abund.		0,75%		0,02%	
Isótopo	$^{14}\text{N}$	$^{15}\text{N}$			
Abund.					
Isótopo	$^{35}\text{Cl}$	$^{37}\text{Cl}$			
Abund.					
Isótopo	$^{64}\text{Zn}$	$^{66}\text{Zn}$	$^{67}\text{Zn}$	$^{68}\text{Zn}$	$^{70}\text{Zn}$
Abund.	48,6%	27,9%	4,1%	18,8%	0,6%

Massas exatas:

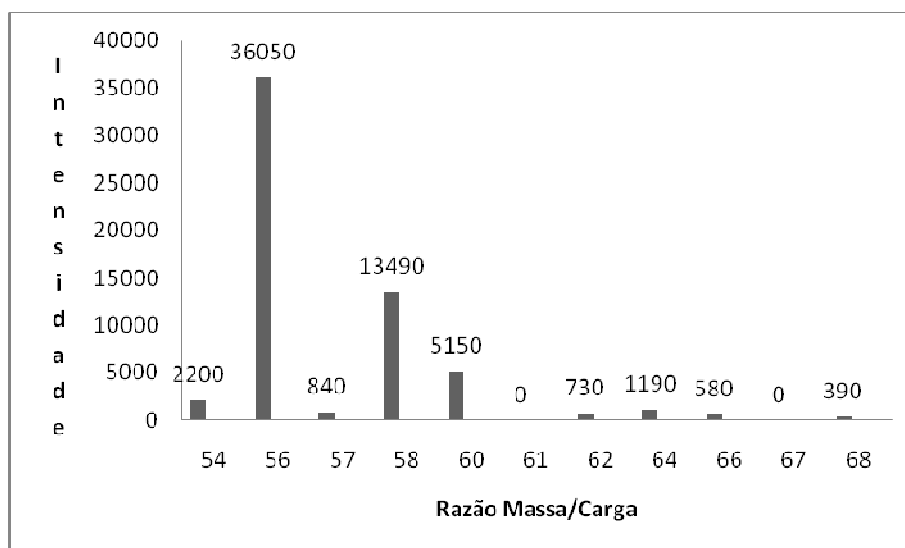
$^{32}\text{S}$	$^{33}\text{S}$	$^{34}\text{S}$	$^{36}\text{S}$	$^{14}\text{N}$	$^{15}\text{N}$	$^{35}\text{Cl}$	$^{37}\text{Cl}$
31.97207	32.97146	33.96787	35.96708	14.00307	15.00011	34.96 852	36.96590

Devido às condições pouco usuais do plasma (temperatura muito alta e gás ionizado), ocorre a formação de espécies extremamente incomuns, como  $\text{ArO}^+$  e  $\text{Ar}_2^+$ , que podem agir como interferentes (mesma massa das espécies de interesse) da análise em MS. A formação dessas espécies depende da disponibilidade dos elementos no sistema em estudo, que podem ser provenientes da amostra ou de alguma substância utilizada em seu preparo.



Quando se utiliza  $\text{HNO}_3$  para se dissolver o material, pode haver formação das espécies  $\text{N}^+$  e  $\text{ArN}^+$ , com  $\text{HCl}$ , forma-se  $\text{Cl}^+$  e  $\text{ClO}^+$  e com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  forma-se  $\text{ArS}^+$ ,  $\text{S}^+$ ,  $\text{SO}^+$  e  $\text{SO}_2^+$ , além das já citadas  $\text{Ar}_2^+$  e  $\text{ArO}^+$ , presentes em todos os casos.

- b) Suponha que se deseja analisar uma liga metálica formada unicamente por Ferro, Níquel e Zinco através de ICP-MS. Qual deverá ser o ácido utilizado para o preparo da amostra? Justifique detalhadamente sua escolha. (6 pontos)
- c) A análise por ICP-MS desta liga gerou o seguinte espectro (todos os picos referentes a monocátions), utilizando o ácido do item anterior com menor interferência espectral: (8 pontos)



Os picos em 61 e 67 (m/z) não se distinguiram do ruído da técnica, não podendo ser analisados. Considerando que não houve variação da razão isotópica, e que a intensidade do sinal depende exclusivamente da quantidade de cada espécie na amostra, calcule a composição da liga. Deixe claro quais picos foram usados em sua resolução e o porquê da escolha destes. (8 pontos)

4) O Polônio organiza seu retículo metálico em uma estrutura de cubo simples (CS). Sintetizou-se uma liga entre polônio e o metal X de forma que cada átomo X ocupa a lacuna central do Cubo Simples. Nesse novo sólido a aresta é 8% maior que no sólido original.

Raio do Polônio = 160 pm

a) Sendo a densidade da liga  $10,66 \text{ g/cm}^3$ , mostre quem é o metal X. (6 pontos)

Dissolve-se  $50 \text{ cm}^3$  dessa liga em um ácido oxidante, de forma a levar X até seu NOX máximo. A solução obtida é alcalinizada até se obter dois precipitados A (a partir do Po) e B (a partir de X).

b) Qual é o nox máximo do metal X nas condições descritas? Qual é o precipitado B? (4

pontos)

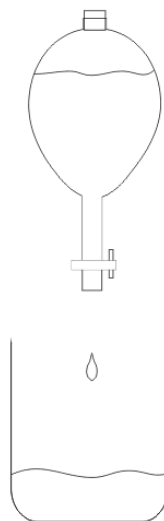
Os precipitados são submetidos a uma corrente de 1510 A por 15 min, suficiente apenas para reduzir os cátions a suas formas metálicas.

c) Qual o NOX do Po no precipitado A? (6 pontos)

d) Sabendo que A perde uma molécula de H<sub>2</sub>O para chegar a um óxido binário (com forma M<sub>y</sub>O<sub>z</sub>) indique a fórmula molecular de A. Equacione essa reação. (4 pontos)

5) A condutividade elétrica de uma solução depende diretamente da concentração dos íons presentes. Para se obter o comportamento desta grandeza em função da mistura de duas soluções distintas, o seguinte experimento foi realizado:

Adicionou-se gota a gota uma solução 0,1 mol/L de ZnSO<sub>4</sub> em 100ml de uma solução 0,1 mol/L de BaS até o volume final de 5,0 L. Faça o que se pede.



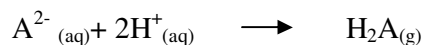
	S <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Ba <sup>2+</sup>	Solúvel	Insolúvel
Zn <sup>2+</sup>	Insolúvel	Solúvel

a) Equacione a reação envolvida. (2 pontos)

b) Considere que as condutividades elétricas das soluções de mesma concentração de ZnSO<sub>4</sub> e de BaS são iguais. Existe ponto mínimo ou máximo de condutividade elétrica? Se existir, indique o volume adicionado da solução de ZnSO<sub>4</sub> em que se obtém cada um. Justifique. (10 pontos)

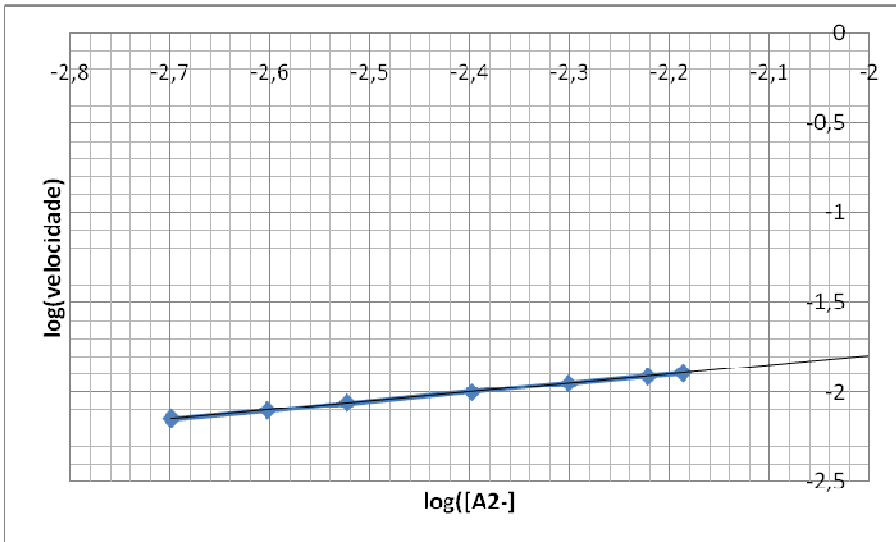
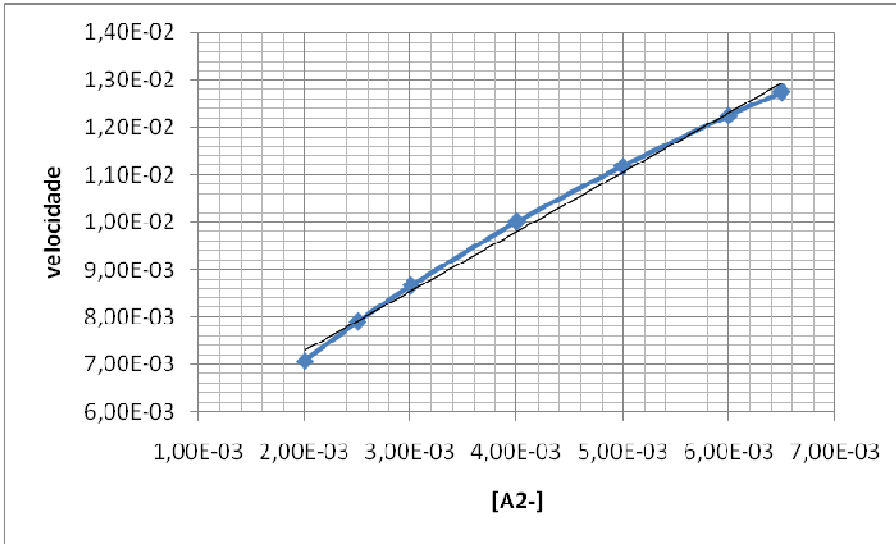
c) A partir das condições descritas esboce o gráfico da condutividade elétrica em função do volume adicionado da solução de ZnSO<sub>4</sub>. Explícite o seu raciocínio. (8 pontos)

6) Um químico, ao estudar uma reação em solução aquosa, obteve a seguinte estequiometria:

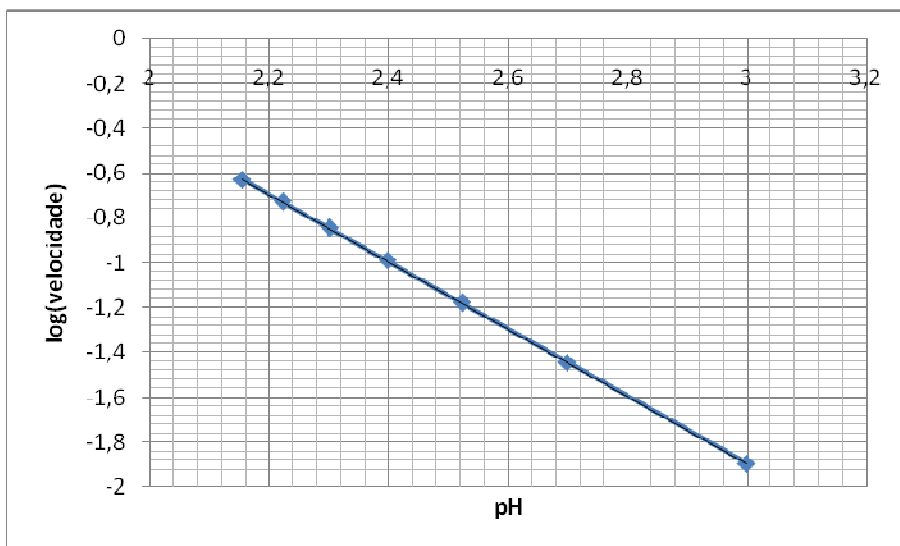


A fim de estudar os parâmetros cinéticos da reação, variaram-se as condições desta nas seguintes formas:

I) Adicionou-se uma solução-tampão de pH=3 e variou-se a concentração de A, sendo obtidos os seguintes gráficos:



II) Em um outro experimento, adicionou-se um sal K<sub>2</sub>A em excesso até formar corpo de fundo, e com um pHmetro obteve-se o seguinte gráfico:



Onde a velocidade de produção de  $H_2A$  é dada por:

$$V = k[H^+]^\alpha [A^{2-}]^\beta$$

Baseado nos gráficos e na equação acima, responda o que se pede:

a) Qual o valor de  $k$ ,  $\alpha$  e  $\beta$ ? Explique seu raciocínio. (10 pontos)

b) A reação é elementar? Justifique. (3 pontos)

c) Sabe-se que  $A$  pertence à família dos calcogênios e  $H_2A$  é um gás venenoso. Utilizou-se  $H_2A$  como um inseticida para dedetizar uma sala fechada ( $125m^3$ ) contendo inicialmente apenas ar atmosférico (a 1 atm e 298,15 K). Considerando que a concentração letal para insetos de  $H_2A$  é de 200ppm e que a velocidade de produção do gás mantém-se a 0,01 mol/s, calcule o tempo necessário para que se atinja a concentração letal. (7 pontos)

7) O Naftaleno é um dos compostos encontrados na fumaça do cigarro, e como muitos outros apresenta elevado grau de toxicidade. Sua estrutura é apresentada a seguir:



a) Escreva as estruturas de ressonância do Naftaleno. (4 pontos)

b) Quantos carbonos diferentes existem na molécula de naftaleno? Diga quantos comprimentos de ligação carbono-carbono distintos existem no Naftaleno, deixando claro seu raciocínio. (10 pontos)

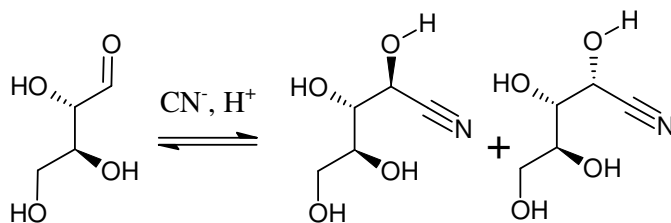
c) Sabendo que cálculos mecânico-quânticos indicam que a estrutura de ressonância mais estável do Naftaleno é aquela em que este possui uma ligação dupla entre os carbonos da junção dos anéis, e que esta é sua ligação carbono-carbono mais curta, diga qual é a segunda ligação carbono-carbono mais curta, deixando claro seu raciocínio. (6 pontos)

8) O reagente de Tollens (solução amoniacal de nitrato de prata) é utilizado no teste de mesmo nome para identificação de uma das classes de substâncias carboniladas. Quando se obtém o resultado positivo, ocorre formação de um filme de prata metálica no fundo do recipiente, motivo pelo qual o teste também é conhecido como teste do espelho de prata. Responda:

a) Que resultado é esperado no teste de Tollens para cada um dos compostos abaixo? Justifique adequadamente. (10 pontos)

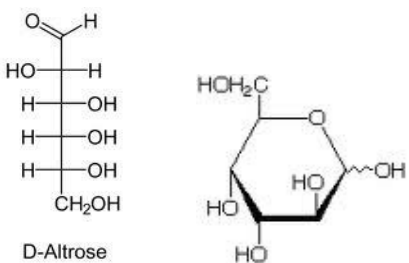
- i) Acetona
- ii) Ácido acético
- iii) Anidrido acético
- iv) Acetaldeído

b) Os monossacarídeos sofrem adições nucleofílicas na carbonila para formar hidrinas. Quando se reage  $\text{CN}^-$  com a seguinte aldose em meio ácido obtêm-se os seguintes compostos:



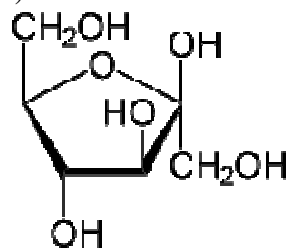
Qual a relação isomérica entre os produtos formados? (4 pontos)

Os açúcares se apresentam sob duas formas em equilíbrio dinâmico: cíclica e aberta. Observe o exemplo:

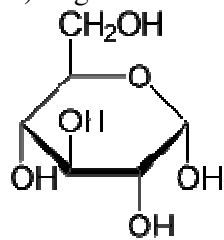


c) Sabendo as estruturas dos seguintes açúcares, determine qual(is) é(são) açúcar redutor, ou seja, em qual(is) ocorre(m) resultado positivo no teste de Tollens. (6 pontos)

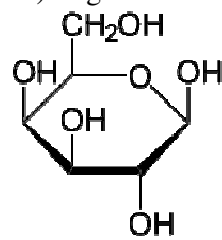
I) Fructose



II) D-glucose



III) D-galactose



## Dados

### Constantes

Constante de Faraday:  $F = 96485 \text{ C/mol de elétron}$

Carga elementar do elétron:  $Q_e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$

Número de Avogadro:  $N_a = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Constante Universal dos gases:  $R = 8,314 \text{ kPa.L/mol.K} = 0,0821 \text{ atm.L/mol.K}$

### Unidades

$1 \text{ m} = 10^2 \text{ cm} = 10^6 \mu\text{m} = 10^{12} \text{ pm}$

ppm: partes por milhão

$1 \text{ J} = 1 \text{ Pa.m}^3$

$1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$

### Equações

$$pH = -\log[H^+]$$

$$pH + pOH = 14$$

Eq. de Clapeyron:  $p.V = n.R.T$

Eq. de Nernst:  $E = E^o + \frac{R.T}{n.F} (\ln Q)$

Massa Molar =  $\sum (\text{Massa Exata de cada isótopo}) \times (\text{Abundância})$

Início do alfabeto grego:  $\alpha, \beta, \gamma, \delta$

1

1	H	1.008	2	He	4.003
3	Li	6.94	4	Be	9.01
11	Na	22.99	12	Mg	24.30
19	K	39.10	20	Ca	40.08
37	Rb	85.47	38	Sr	87.62
55	Cs	132.91	56	Ba	137.33
87	Fr	-	88	Ra	-
21	Sc	44.96	22	Ti	47.87
39	Y	88.91	40	Zr	91.22
57-71	Hf	178.49	72	Rf	-
73	Ta	180.95	74	W	183.84
75	Re	186.21	76	Os	190.23
77	Ir	192.22	78	Pt	195.08
79	Au	196.97	80	Hg	200.59
81	Tl	204.38	82	Pb	207.2
83	Bi	208.98	84	Po	-
85	At	-	86	Rn	-
23	V	50.94	24	Cr	52.00
41	Nb	92.91	42	Mo	95.96
43	Tc	-	44	Ru	101.07
45	Rh	102.91	46	Pd	106.42
47	Ag	107.87	48	Cd	112.41
49	In	114.82	50	Sn	118.71
51	Sb	121.76	52	Te	127.60
53	I	126.90	54	Xe	131.29
59	Pr	140.91	60	Nd	144.24
61	Pm	-	62	Sm	150.36
63	Eu	151.96	64	Gd	157.25
65	Tb	158.93	66	Dy	162.50
67	Ho	164.93	68	Er	167.26
69	Tm	168.93	70	Yb	173.05
71	Lu	174.97	72	Hf	178.49
73	Ta	180.95	74	W	183.84
75	Re	186.21	76	Os	190.23
77	Ir	192.22	78	Pt	195.08
79	Au	196.97	80	Hg	200.59
81	Tl	204.38	82	Pb	207.2
83	Bi	208.98	84	Po	-
85	At	-	86	Rn	-
87	Fr	-	88	Ra	-
89-103	Rf	-	104	Rf	-
105	Db	-	106	Sg	-
107	Bh	-	108	Hs	-
109	Mt	-	109	Mt	-
110	Ds	-	110	Ds	-
111	Rg	-	111	Rg	-
13	B	10.81	14	C	12.01
15	N	14.01	16	O	16.00
17	F	19.00	18	Ne	20.18
13	Al	26.98	14	Si	28.09
15	P	30.97	16	S	32.06
17	Cl	35.45	18	Ar	39.95
19	K	39.10	20	Ca	40.08
21	Sc	44.96	22	Ti	47.87
23	V	50.94	24	Cr	52.00
25	Mn	54.94	26	Fe	55.85
27	Co	58.93	28	Ni	58.69
29	Cu	63.55	30	Zn	65.38
31	Ga	69.72	32	Ge	72.64
33	As	74.92	34	Se	78.96
35	Br	79.90	36	Kr	83.80
37	Rb	85.47	38	Sr	87.62
39	Y	88.91	40	Zr	91.22
41	Nb	92.91	42	Mo	95.96
43	Tc	-	44	Ru	101.07
45	Rh	102.91	46	Pd	106.42
47	Ag	107.87	48	Cd	112.41
49	In	114.82	50	Sn	118.71
51	Sb	121.76	52	Te	127.60
53	I	126.90	54	Xe	131.29
55	Cs	132.91	56	Ba	137.33
57-71	Hf	178.49	72	Rf	-
73	Ta	180.95	74	W	183.84
75	Re	186.21	76	Os	190.23
77	Ir	192.22	78	Pt	195.08
79	Au	196.97	80	Hg	200.59
81	Tl	204.38	82	Pb	207.2
83	Bi	208.98	84	Po	-
85	At	-	86	Rn	-
87	Fr	-	88	Ra	-
89-103	Rf	-	104	Rf	-
105	Db	-	106	Sg	-
107	Bh	-	108	Hs	-
109	Mt	-	109	Mt	-
110	Ds	-	110	Ds	-
111	Rg	-	111	Rg	-
57	La	138.91	58	Ce	140.12
59	Pr	140.91	60	Nd	144.24
61	Pm	-	62	Sm	150.36
63	Eu	151.96	64	Gd	157.25
65	Tb	158.93	66	Dy	162.50
67	Ho	164.93	68	Er	167.26
69	Tm	168.93	70	Yb	173.05
71	Lu	174.97	72	Hf	178.49
73	Ta	180.95	74	W	183.84
75	Re	186.21	76	Os	190.23
77	Ir	192.22	78	Pt	195.08
79	Au	196.97	80	Hg	200.59
81	Tl	204.38	82	Pb	207.2
83	Bi	208.98	84	Po	-
85	At	-	86	Rn	-
87	Fr	-	88	Ra	-
89-103	Rf	-	104	Rf	-
105	Db	-	106	Sg	-
107	Bh	-	108	Hs	-
109	Mt	-	109	Mt	-
110	Ds	-	110	Ds	-
111	Rg	-	111	Rg	-
89	Ac	-	90	Th	232.04
91	Pa	231.04	92	U	238.03
93	Np	-	94	Pu	-
95	Am	-	96	Cm	-
97	Bk	-	98	Cf	-
99	Es	-	100	Fm	-
101	Md	-	102	No	-
103	Lr	-	103	Lr	-

18